

PCT/FR 99/02977

23 MARS 2000

대한민국 특허청
KOREAN INDUSTRIAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

REC'D 03 AVR 2000

WIPO

PCT

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Industrial
Property Office.

출원번호 : 특허출원 1998년 제 52360 호
Application Number

출원년월일 : 1998년 12월 01일
Date of Application

출원인 : 한국전력공사
Applicant(s)

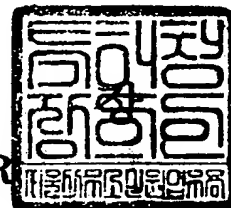
PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



2000 년 03 월 14 일

특 허 청

COMMISSIONER



10-98-052360



98.12.01

방
사
성
사
란



【서류명】 특허출원서

【수신처】 특허청장 귀하

【원서번호】 1

【제출일자】 1998.12.01

【국제특허분류】 G21F

【발명의 국문명칭】 가연성 중·저준위 방사성 폐기물 직접투입 유리화 시스템

【발명의 영문명칭】 Direct Vetrification System for Combustible Low-and
Intermediate-Level Radioactive Waste

【출원인】

【국문명칭】 한국전력공사

【영문명칭】 Korea Electric Power Corporation

【대표자】 장영식

【출원인구분】 국내상법상법인

【전화번호】 02-3456-3114

【우편번호】 135-090

【주소】 서울특별시 강남구 삼성동 167번지

【국적】 KR

【대리인】

【성명】 황이남

【대리인코드】 S090

【전화번호】 02-567-6562

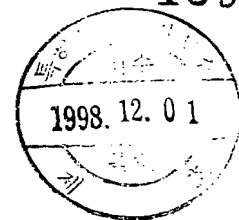
【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 823-42 (예건빌딩 3층)

【대리인】

【성명】 박형준

18965



【대리인코드】 F145

【전화번호】 02-567-6562

【우편번호】 135-080

【주소】 서울특별시 강남구 역삼동 823-42 (예전빌딩 3층)

【발명자】

【국문성명】 송명재

【영문성명】 SONG, Myung Jae

【주민등록번호】 480716-1535217

【우편번호】 134-090

【주소】 서울특별시 강동구 상일동 176번지 효성빌라 4동 304호

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 최관식

【영문성명】 CHOI, Kwan Sik

【주민등록번호】 561030-1074415

【우편번호】 305-390

【주소】 대전광역시 유성구 전민동 삼성푸른아파트 109동 405호

【국적】 KR

【발명자】

【국문성명】 티바우트 발레리

【영문성명】 THIEBAUT, Varelle

【주소】 프랑스공화국 생 퀴턴 이벨리느 셰텍스 1 뒤편 데 헤론스 롱티뉴 르
브레토뉴

【국적】 FR

【발명자】

【국문성명】 브루넬로트 피에르

【영문성명】 BRUNELLOT, Pierre

【주소】 프랑스공화국 생 퀴턴 이벨리느 셰텍스 1 뒤편 데 헤론스 롱티뉴 르

브레토뉴

【국적】 FR

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다.

대리인

황이남



대리인

박형준

(인)



【심사청구】 특허법 제60조의 규정에 의하여 위와 같이 출원심사를 청구합니다.

대리인

황이남



대리인

박형준

(인)



【수수료】

【기본출원료】 12 면 29,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 8 항 365,000 원

【합계】 394,000 원

【첨부서류】 1. 요약서, 명세서(및 도면) 각 1통

2. 출원서 부분, 요약서, 명세서(및 도면)을 포함하는 FD부분 1통

3. 위임장(및 동 번역문)

【요약서】

【요약】

본 발명은 원자력발전소에서 발생하는 이온교환수지, 잡고체 및 봉산폐액의 가연성 중·저준위 방사성 폐기물을 유도전류식 저온로내 용융유리위로 연속적으로 직접투입하여 유기물은 산화하여 배기체로 분리되고 폐기물중의 무기물과 대부분의 방사성 핵종을 유리에 고화시키는 공정에 관한 것이다.

종래의 처리장치는 폐기물과 산소의 공급 위치에 따라 연소효율을 저하시키므로 배출기체의 특성에 나쁜 영향을 미친다. 그러나 본 발명은 주위로 냉각수를 순환시켜 폐기물 투입관 내부를 용융로의 복사열에서 차단하고 상부챔버의 벽면을 스테인레스 재질로 만들고 이를 냉각자켓으로 감싸주어 유리용융로내에서의 기밀을 향상시킨다. 또한, 가연성 폐기물 종류에 따라 각각 과잉산소로 공급하며 저온로내부 폐기물위에 그 산소공급을 골고루 유지하여 폐기물의 연소효과를 향상시키고 배기체의 양을 감소시킬 수 있다.

본 발명의 특징은 가연성 방사성 폐기물을 종래의 소각 또는 열분해후 유리화하는데 있어 2단계 공정을 전처리 공정없이 유도전류식 저온로내로 직접투입하여 1단계 공정으로 단순화시킨 방법에 관한 것이다.

【대표도】

【명세서】

【발명의 명칭】

가연성 중·저준위 방사성 폐기물 직접투입 유리화 시스템

【도면의 간단한 설명】

도 1은 유도전류식 저온로를 이용한 폐기물 직접투입 유리화 공정도이다.

도 2는 가연성 방사성 폐기물 유리화를 위한 폐기물 공급계통 개념도이다.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| 11. 폐기물 투입장치 | 14. 냉각수 주입구(상부챔버용) |
| 15. 상부챔버 | 16. 냉각수 배출구(상부챔버용) |
| 17. 산소 주입구(4~8개) | 18. 냉각수 주입구(저온로 본체용) |
| 20. 냉각수 배출구(저온로 본체용) | 21. 저온로 본체 |
| 22. 냉각 유도코일 | 26. 배기체 배출구 |
| 30. 산소 버블링 튜브 | 32. 용융유리 배출밸브 |
| 34. 용융유리 배출구 | 40. 가연성 잡고체 저장탱크 |
| 42. 파쇄기(Shredder) | 44. 스크류 공급기(Screw feeder) |
| 46. 유리조성제 및 불산가루 저장탱크 | 48. 정량 버킷(Metering bucket) |
| 50. 이온교환수지 저장탱크 | 52. 스크류 공급기(Screw feeder) |

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 원자력 발전소에서 발생하는 이온교환수지, 잡고체 및 봉산폐액 등의 가연성 중·저준위 방사성 폐기물을 효과적으로 처리할 수 있는 유도전류가열식 저온로에 직접투입하는 유리화공정에 관한 것이다.

종래의 폐기물처리장치는 폐기물과 산소의 공급 위치에 따라 연소효율을 저하시키므로 배출기체의 특성에 나쁜 영향을 미칠 뿐만 아니라 가연성 방사성 폐기물은 현재 재로 만든 후 용융유리와 함께 유리화시키는 2단계공정이 알려져 있다. 그러나 가연성 폐기물을 용융로로 직접투입할 수 있다면 재로 만드는데 필요한 전처리공정에 필요한 폐기물의 소각 또는 열분해를 위한 회전식 가열로와 발생된 재를 용융로로 수송하는 장치가 불필요하여 설비투자 및 유지보수비용을 상대적으로 줄일 수 있다.

본 발명과 관련된 종래기술로는 한국특허공개 93-018195, 95-033818은 소각로의 폐기물 투입 조절 및 공기분사장치에 관한 것이고, 미국특허 제4,951,580호와 일본특허공개 87-148897호는 폐기물투입장치와 용융장치에 관한 것으로 본 발명과 는 목적 및 기술적 구성이 다른 발명이다.

방사성 폐기물의 유리화기술 개발은 미국의 사바나 리버 연구소(Savannah River Lab.), 프랑스의 원자력연구소(CEA)등 몇몇기관에서 수행하고 있으나 이들기관에서 연구개발하고 있는 기술은 고준위 방사성 폐액 또는 가연성 폐기물을 일단

전처리하여 재로 만든 후에 유리화하는 2단계 공정이다. 한편 Larson 등이 발표한 (참고문헌[1]: D.E. Larson and et. al., "Assessment of Power reactor Waste Immobilization by Vitrification", NP-3225, Battelle, Pacific Northwest Laboratories, Richland, Washington, 1983)바에 의하면 가소화/소각, 절단/압축, 소각, 아스팔트 고화공정등과 비교하여 그 2단계 유리화 공정이 가장 경제적인 폐기물 처리수단임을 주장하였다. 그러나, 본 발명의 직접투입공정은 소각 또는 열분해후 재를 유리화하는 기존의 2단계 공정과 비교하여 유리화 이전단계에서 재를 만들 필요가 없는 1단계 공정으로 단순화시켜 투자비 및 운전비용을 크게 절감할 수 있다. 본 발명의 공정으로 인한 장치비 감소를 20%로 가정할 때 총 자본비용은 약 11%가 감소한다.

표 1. 공정별 총 자본비용 비교 (1000 MWe BWR 기준, 단위: 억원)

	열분해후 유리화 공정 (2단계, 발명전)	직접투입 유리화 공정* (1단계, 본 발명)
장치비	28	22.4
총 공정투자비	132.5	117.9
총 자본비용	243.8	216.9

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

본 발명은 유리용융로 내부에 용융된 유리표면위로 폐기물을 공급하고 스텐레스된 상부챔버(15)의 벽면을 냉각자켓으로 감싸주어 유리용융로내에서의 기밀을

향상시키고 가연성 폐기물 종류에 따라 각각 적정량의 과잉산소로 공급하며 저온로 (21)내부 폐기물위에 그 산소공급을 골고루 유지하여 폐기물의 연소효과를 향상시키고 배기체의 발생량을 감소시킬 수 있다. 또한, 저온로 바닥으로부터 산소 버블 링 튜브(30)를 통하여 용융유리내로 산소를 공급하여 금속성분의 생성을 억제한 균 질한 유리를 만든다. 본 발명은 가연성 방사성 폐기물을 소각 또는 열분해후 유리 화하는 2단계 공정을 전처리 공정없이 유도전류식 저온로내로 직접투입하여 1단계 공정으로 단순화시키는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

도 1과 같이 폐기물을 직접투입하는 유리화 공정은 저온로(21)의 상부챔버 (15)의 벽면을 스테인레스 재질로 만들고 이를 냉각자켓(14,16)으로 감싸 주어 연 소중에 발생하는 무기물 플라이애쉬의 침적량을 줄일 수 있다. 또한, 폐기물 투입 장치(11)를 상하로 움직여 유리표면과 폐기물 투입장치(11) 하단의 간격을 조절하 여 폐기물의 종류에 따라 방사성 입자가 배기체로 유입되는 양을 최소화할 수 있으 므로 배기체 처리계통의 부하를 감소시킬 수 있다. 가연성 폐기물을 투입하는 과정 에서 투입장치(11) 벽면내부에 폐기물이 녹아 붙지 않도록 투입관을 수냉각하고 투 입관상부로 Ar 또는 N₂ 기체를 주입하여 투입관으로의 배기체의 역류를 방지한다. 또한 조절된 산소분위기하에서 가연성 폐기물을 직접투입하여 용융유리위에서 반응 시켜 유기물을 제거하고 극미량 함유된 무기물을 유리화하므로써 발생하는 배기체 및 먼지의 발생량을 최소화하는 공정이다. 또한 배기체 처리계통에 채집된 먼지입

자는 방사성 핵종과 무기물의 화합물형태로 존재하며 이는 회수하여 유리용융물로 재순환한다.

특히 본 발명의 직접투입 유리화는 용융로내로 투입 및 연소하는 과정에서 수지 및 재의 날림을 방지하고자 수분을 함유한 폐기물을 그대로 사용한바 건조 폐기물보다 배기체내에 미세입자를 적게 함유하고 있어(표2 참조) 보다 안정적으로 무기물 및 방사성 핵종을 유리안에 가두어 놓을 수 있음을 알 수 있다.

< 실시예 1 >

저준위방사성 폐기물인 이온교환수지를 대상으로 저온로에 직접투입하여 유리화하였던바 습윤수지를 직접투입할 때에 건조수지를 직접투입하는 경우보다 유리용융로 배기체 배출구(26)에서 통과하는 배기체중의 먼지입자의 량, 특히 미세먼지입자의 량을 상당히 감소시킬 수 있었다.(표2 참조)

표 2. 습윤 이온교환수지의 직접투입 유리화 비교

구 분	건조 수지 (종래)	습윤 수지 (본 발명)
저온로 출구 배기체내의 먼지입자 함량 (g/Nm ³)	7.2	5.0
미세입자의 함량(<0.3 μ m)	매우 많다	많다
배기체의 온도(℃)	570	580

* 처리 유량 : 습윤수지는 50% 수분을 함유한 12kg/h 기준, 건조수지는 6 kg/h 기준임.

이온교환수지 직접투입시 용융유리의 표면온도는 1,200℃이상의 고온으로 유지되며 이온교환수지의 경우 50%의 수분을 함유한 50%+50% 양/음이온의 혼상수지로 공급되며 잡고체의 경우는 분쇄 또는 절단후 공급되고 또한, 봉산폐액은 액상으로 공급된다.

산소공급량은 폐기물의 종류, 공급량 및 탄소/질소/수소 등의 유기물 비율에 따라 달라지나 유기물의 완전 연소에 필요한 소요량보다 많은 과잉산소로 공급되며 용융유리 표면으로 골고루 분산되도록 한다. 이때 여러가지 장치셋업 및 운전조건에 따라 저온로 출구에서의 배기체의 온도는 400 내지 600℃로 유지한다.

표 3. 상부챔버 개선에 따른 배기체 유량 변화

구 분	기 존	본 발명
상부챔버	실리카 (냉각 없음)	스테인레스, 냉각자켓
외부 공기유입량 (Nm ³ /h)	13	5
12kg/h의 수지공급시 총 배기체 유량 (Nm ³ /h)	35	
10kg/h의 수지공급시 총 배기체 유량 (Nm ³ /h)		23
먼지 함유량(CCM출구, g/Nm ³)	4.95	8.1

< 실시예 2 >

저온로 상부챔버(15)를 스테인레스로 제작하고 냉각자켓을 설치하였을때 SiC 단열재의 상부챔버를 두었을 때에 비하여 저온로내의 기밀이 향상되고 그에따라 저

온로의 5 -10 mmH₂O정도의 부압으로 생기는 외부공기 유입을 상당히 줄일 수 있다.
(표3 참조) 이는 궁극적으로 배기체 처리장치의 크기를 줄이는데 기여한다.

배기체중의 먼지입자의 농도는 저온로출구에서 약 1 내지 10 g/Nm³을 유지한다. 용융유리와 무기물 및 방사성 핵종과의 균일 혼합을 돕고 산화조건을 조성하여 유리성분중의 금속성분의 생성을 억제하기 위하여 저온로 바닥으로부터 산소 버블링 튜브(30)를 통하여 산소를 공급한다. 이때 용융유리의 점도는 산소 버블링을 위해 충분히 낮게 유지되어야 한다.

【발명의 효과】

본 발명의 폐기물 직접투입 공정은 독특한 설계로 유기물은 연소시켜 배기체계통에서 처리하고 무기물 및 방사성 핵종을 산화하여 유리속에 고화시키는데 있어서, 재의 분산을 방지하고 산소와 폐기물의 접촉을 고르게 하여 가연성 방사성 폐기물의 감용효과를 향상시키며 가연성 폐기물을 직접 투입함으로써 재로 만드는데 필요한 전처리공정이 필요없고 1단계공정으로 처리할 수 있으므로 설비투자비와 운전비를 절감할 수 있다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화장치에 있어서, 폐기물 투입장치(11)와 산소주입구(17), 저온로(21)에 상부챔버(15)와 산소 버블링 튜브(30)로 구성된 것을 특징으로하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서, 상부챔버(15)의 벽면을 스테인레스 재질로 하고 냉각자켓으로 감싸주어 저온로내의 기밀을 향상시키는 것을 특징으로 하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화장치.

【청구항 3】

제 1항에 있어서, 투입장치(11)의 하부는 용융유리 표면으로부터 높이 조절이 가능하도록 구성된 것을 특징으로 하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화장치.

【청구항 4】

제 1항에 있어서, 유리성분중의 금속성분의 생성을 억제하기 위하여 저온로(21) 바닥으로부터 산소 버블링 튜브(30)를 통하여 용융유리에 산소를 분산 공급할 수 있는 구조로된 것을 특징으로 하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화장치.

【청구항 5】

가연성 방사성 폐기물을 유도전류식 저온로내의 용융유리 표면위로 연속적으

로 직접투입하여 고온의 산소분위기에서 유기물을 반응시키고 미량의 무기물 및 방사성 핵종을 산화시켜 용융유리와 혼합함으로써 균질의 유리고화체를 형성시키는 것을 특징으로 하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화방법.

【청구항 6】

제 5항에 있어서, 폐기물을 분쇄하여 투입하고 저온로 내부의 용융유리 표면의 온도는 $1100\sim 1,200^{\circ}\text{C}$ 로 유지하고 폐기물의 연소에 필요한 소요량보다 1.25~1.5배로 산소를 공급하는 것을 특징으로 하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화방법.

【청구항 7】

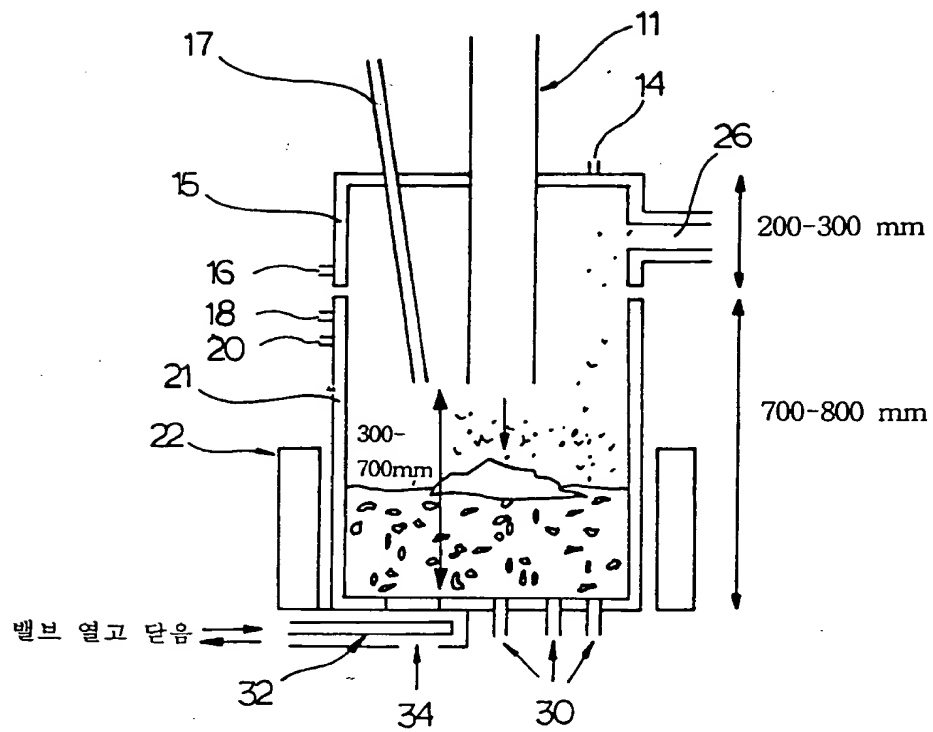
제 5항에 있어서, 저온로내부의 압력은 $5\sim 10\text{ mmH}_2\text{O}$ 정도로 유지하는 것을 특징으로 하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화방법.

【청구항 8】

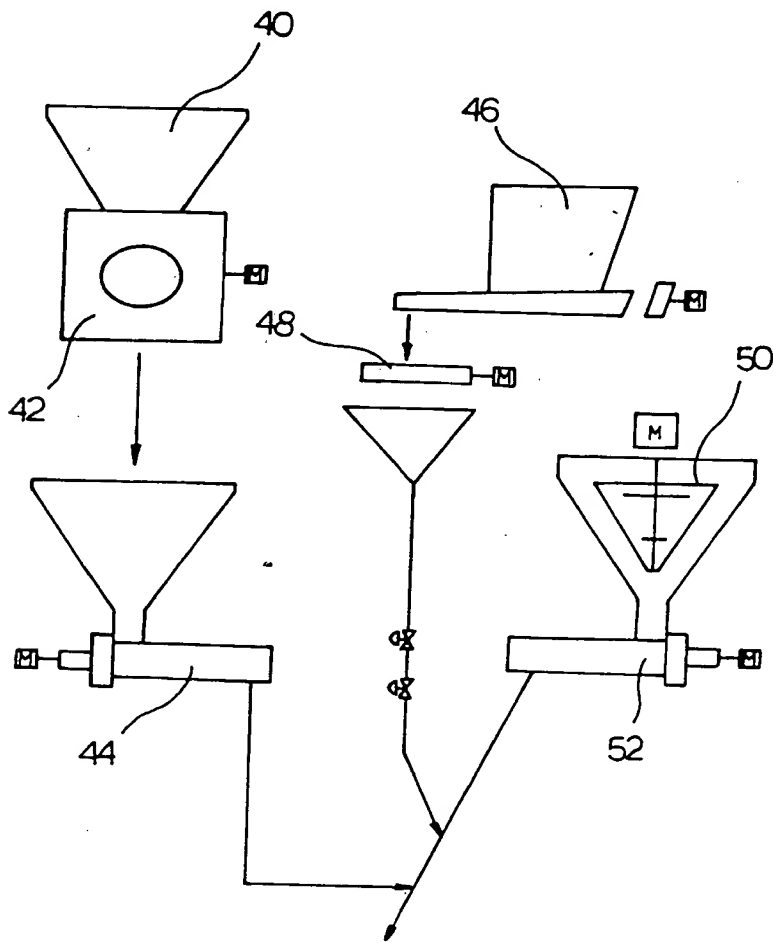
제 5항에 있어서, 방사성폐기물 공급시 배기체중의 먼지입자의 농도는 저온로 출구에서 1 내지 10 g/Nm^3 을 유지하는 것을 특징으로 하는 가연성 중·저준위 방사성 폐기물의 유리화방법.

【도면】

【도 1】



【도 2】



폐기물 직접 투입구
(유도전류식 저온로 상부)